



APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN CASO DE ESTUDIO: OSCILACIONES Y ONDAS¹

Research Based Learning:
Oscillations and Waves

*Beleño Montagut, Ligia², Jiménez García, Francy Nelly³
y Cárdenas Montoya, Paulo César⁴*

1 El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto: Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de Física Básica con código E-89007. La entidad financiadora es la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

2 Universidad Autónoma de Bucaramanga; código ORCID:0000-0002-6958-6367. contacto: lbeleno@unab.edu.co.

3 Universidad Autónoma de Manizales, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales; código ORCID:0000-0003-1546-8426, contacto: francy@autonoma.edu.co.

4 Universidad Autónoma de Manizales; código ORCID: 0000-0002-7546-5916, contacto: pcardenasm@autonoma.edu.co.

Resumen

El presente artículo describe los resultados de aplicar estrategias conducentes al aprendizaje basado en investigación (ABI) con el propósito de generar en los alumnos mejores aptitudes de aprendizaje. De esta manera los estudiantes adquieren herramientas que les permiten no solo tener claros los conceptos del curso, sino además, consolidar las etapas de procesos de investigación que les ayuden a describir una situación problema, plantear objetivos, interpretar y socializar resultados. La articulación de la docencia e investigación ha permitido plantear una metodología diferente a otras previamente aplicadas, la cual puede ser mejorada y extendida a otras disciplinas, en la cual se fortalece el proceso de formación en investigación desde el aula. Para analizar el efecto de la estrategia ABI, se aplicó un test de entrada y un test de salida para el tema particular del movimiento oscilatorio a un grupo control y un grupo experimental de la asignatura Ondas y partículas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, a partir de lo cual se observaron mejoras en el grupo experimental con relación a pre-conceptos errados, evidenciando un efecto positivo después de la implementación de la estrategia.

Palabras clave

Aprendizaje Basado en Investigación, Aprendizaje Activo, Innovación en aula.

Abstract

This paper describes the results of applying classroom strategies that promotes research-based learning (RBL) with the aim that students gain a better aptitude towards learning. In this way students adquire tools that allow them not only to have clear concepts of the course, but also consolidate the stages of research processes that help them describe a problematic situation, set investigation objectives, interpret and socialize results. Articulation of teaching and research allowed to propose a methodology different from others previously applied, which can be improved and extended to other disciplines, in which a research processes is strengthening in the classroom. To analyse the incidence of the RBL strategy, a test was applied at the beginning, and at the end of the semester to a control an experimental group of students in the topic of oscillatory movement of the course Waves and particles of the Autonomous University of Bucaramanga. From the test analysis improvements were observed in the experimental group regarding to erroneous pre-concepts, showing a positive effect after the strategy implementation.

Keywords

Research Based Learning, Active Learning, Classroom Innovation.

I. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) promueve un aprendizaje activo y busca fortalecer la formación de los estudiantes en la investigación [1]. Esta metodología permite al estudiante iniciarse en el método científico, desarrollar sus habilidades y capacidades en un tema de su interés profesional, de forma que su proceso de aprendizaje sea significativo [2], [3]. Durante el proceso el estudiante apropia los contenidos del curso y también desarrolla los pasos relevantes de un proceso de investigación formal mientras trabaja de manera colaborativa.

Se puede considerar que el ABI es una versión a escala de un proceso de investigación [4], de manera que el docente asume un rol de facilitador preparando cuidadosamente las intervenciones, métodos, herramientas, entregables y evaluaciones del curso.

Según [5]: “el desarrollo de competencias como el razonamiento y el pensamiento crítico, aplicando la investigación desde la actividad didáctica y pedagógica, vincularán al docente y al alumno en el análisis, reflexión y participación en la solución de problemas de su entorno social”. En este sentido, la propuesta que se presenta en este trabajo implementa diversas estrategias de aprendizaje activo [2] con la intención de fortalecer las habilidades de los estudiantes en la investigación, en temas relacionados con los diferentes contenidos del curso de ondas y partículas.

Con el propósito de conocer los conceptos previos que tenían los estudiantes en el tema de oscilaciones y ondas, se aplicó un test de entrada a un grupo experimental con el cual se implementó la estrategia ABI, y un grupo control que seguía el curso de manera tradicional. Después de implementar la estrategia se aplicó un test de salida en ambos grupos con el fin de conocer el cambio conceptual y nivel de apropiación del tema por parte de los estudiantes.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, un alcance descriptivo y un diseño cuasi-experimental. Se trabajó con un grupo control de 25 estudiantes y un grupo experimental de 23 que tomaban el curso de ondas y partículas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga durante el primer semestre de 2019. El grupo control estuvo constituido por estudiantes de 5 cursos orientados por

profesores diferentes y agrupados en el curso de laboratorio de física dirigido por un investigador de este proyecto. Es de anotar que en estos cursos se siguió una metodología tradicional. Los laboratorios que acompañan la teoría, para ambos grupos, siguen manuales y temáticas específicas del departamento de matemáticas y ciencias naturales y son orientados por profesores diferentes a los que presentan la teoría. Por otra parte, la teoría para el grupo experimental fue orientada por un investigador de este proyecto.

El test de movimiento oscilatorio aplicado fue diseñado en trabajos anteriores como insumo en el diseño de objetos de aprendizaje [6], el test consta de 16 preguntas: 8 cerradas y 8 abiertas, y pretende evaluar el uso del lenguaje científico en el caso de las preguntas abiertas.

La metodología ABI empleada con el grupo experimental se puede resumir en tres grandes etapas, las cuales evidencian algunos elementos relevantes del método científico, a continuación se describen las etapas del proceso:

Etapas I. Identificación del problema:

Cualquier investigación parte de la identificación de un problema. Con la finalidad de que los estudiantes propongan una pregunta de investigación, en esta etapa se desarrollaron actividades como ideación, lluvia de ideas, planteamiento de objetivos y justificación. Para ello se emplearon herramientas como mapas conceptuales, artículos científicos, y videos que guiaron a los estudiantes en la definición de la pregunta de investigación. Es importante mencionar que los estudiantes identifican un problema de acuerdo con sus intereses y en estrecha relación con las temáticas del curso.

Etapas II. Metodología y ejecución:

Después de identificar claramente el problema de investigación, los estudiantes plantean una estrategia metodológica de solución. Para implementar esta estrategia, los estudiantes deben alcanzar aprendizajes propios del curso. Los contenidos del curso se presentan por medio de aulas digitales, unidades didácticas, objetos de aprendizaje previamente diseñados [6,7], libro de texto, acompañamiento y asesoría permanente del profesor.

Etapa III: Presentación de resultados

Los resultados de los avances del proceso de investigación se presentan en diferentes momentos del semestre por medio de fichas de avance, socialización, artículo y presentación final. En este sentido se promueven competencias comunicativas.

III. RESULTADOS

En la figura 1 se presentan los resultados de la aplicación del test tanto a la entrada como a la salida para ambos grupos en el tema particular de oscilaciones considerando las preguntas cerradas. El test se aplicó en iguales condiciones, es decir la primera y última semana de clases, con un tiempo para responder la prueba de 1 hora. En este caso se reportan las preguntas cerradas del test, que corresponden a ocho preguntas de selección múltiple con única respuesta. El color azul y naranja representan el porcentaje de alumnos del grupo control que respondieron correctamente en el test de entrada y de salida respectivamente. Los colores celeste y rosado corresponden el porcentaje de alumnos del grupo experimental que respondieron correctamente en el test de entrada y de salida respectivamente.

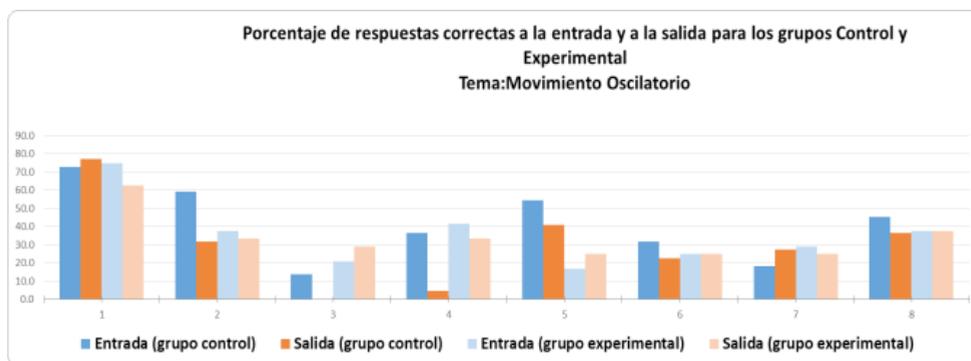


Figura 1. Respuesta del test a la entrada y a la salida para los grupos control y experimental.

Al comparar el estado de los grupos a la entrada se constata que el grupo experimental tenía mejores condiciones de entrada. En contraste, al comparar el estado de salida de los grupos se evidenció una desmejora marcada después de la instrucción en el grupo control; en cuanto al grupo experimental se puede ver

que se mantiene la tendencia aún después de la implementación del ABI, y en algunos casos se ve mejoras.

Siendo más específicos, se observa que a la entrada el grupo control supera al experimental en las preguntas (2,5,6,8), que corresponden a conceptos relacionados con la ley de Hooke, oscilaciones con fricción y energía en el MAS; mientras el experimental supera en porcentaje al grupo control en 4 de las respuestas correctas (1,3,4,7) relacionados con el concepto de MAS, análisis gráfico, características cinemáticas y energía en un movimiento amortiguado.

Se encontró que el porcentaje de acierto en el test de entrada para el grupo control fue de 40% y para el grupo experimental de 30,4%. En el test de salida, el 24% del grupo control respondió acertadamente, y en el grupo experimental un 43,5%. A a partir de lo anterior, se puede considerar la estrategia ABI aplicada en el grupo experimental permitió tener alguna influencia relevante en los resultados del segundo test; sin embargo para evidenciar estadísticamente que esta afirmación tiene validez es necesario realizar un diseño experimental más robusto.

Por otra parte, el 16% del grupo control respondió acertadamente en ambos test, un 8% pasó de respuesta incorrecta en el test de entrada a correcta en el test de salida y un 24% de respuesta correcta en el test de entrada a incorrecta en el test de salida. En el grupo experimental, el 21,7% respondió acertadamente en ambos test, el 21,7% conservó su respuesta inicial, un 21,7% cambió de respuesta incorrecta en el test de entrada a correcta en el test de salida y un 8,7% cambió de respuesta correcta en el test de entrada a incorrecta en el test de salida. Estos resultados dejan ver que hay mejores resultados en el aprendizaje de los alumnos que usaron la metodología ABI. En el cuadro 1 se resumen estos porcentajes para mayor claridad.

Grupo	Rta. Correcta-1	Rta. Correcta-2	se mantienen	mejoran	desmejoran
CONTROL	40,0	24,0	16,0	8,0	24,0
EXPER	30,4	43,5	21,7	21,7	8,7

Cuadro 1. Porcentajes de respuesta correcta en los grupos control y experimental

Es relevante destacar que dentro de las preguntas que se realizan a los estudiantes, debe existir una movilización de las respuestas que entregan tanto a la entrada como a la salida. El análisis de la movilidad también da claridad al comportamiento de los grupos comparando entrada y salida. En esa dirección a continuación se presenta el resultado de las preguntas 3 y 4 del test.

Al revisar la pregunta 3 en relación con la movilidad, se observa confusión en el análisis gráfico por parte del grupo control, el enunciado de la pregunta se presenta a continuación:

La figura 2, muestra cómo cambia la posición de una partícula de masa m que se mueve con un movimiento armónico simple en función del tiempo. Al respecto se puede afirmar que la partícula se está moviendo

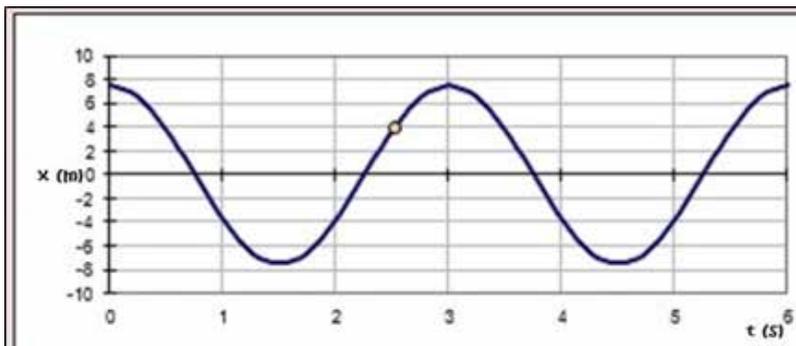


Figura 2. Posición de una partícula de masa m que se mueve con un movimiento armónico simple en función del tiempo.

- a lo largo del eje t .
- siguiendo la trayectoria sinusoidal descrita en la figura.
- en el plano $x - t$.
- a lo largo del eje x .

En la figura 3, se muestran las 4 opciones de respuesta a la pregunta anterior conservando el mismo código de colores de la figura 1. Se observa que el grupo control desmejoró en el sentido de que a la entrada había un porcentaje de

estudiantes que respondieron correctamente, mientras que a la salida el porcentaje de respuestas correctas del grupo control es cero. De otro lado, el grupo experimental muestra movilidad hacia la respuesta *a)* y en mayor porcentaje hacia la *d)* que es la correcta, esta movilidad en la respuesta también es clara al observar que los estudiantes de este grupo seleccionaron en alto porcentaje la respuesta *b)* a la entrada y esta elección disminuyó a la salida. Lo anterior evidencia mejoras en los conceptos adquiridos.

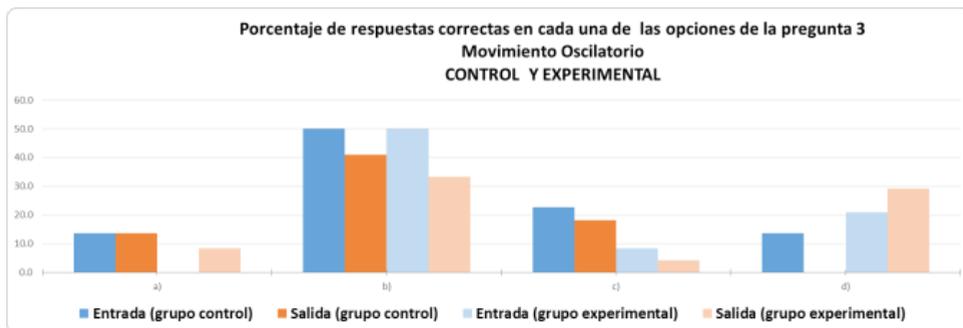


Figura 3. Resultados de las 4 opciones de respuesta a la pregunta 3 para el test de entrada y de salida de los grupos control y experimental.

Con relación a la pregunta 4:

En ausencia de fricción una partícula que realiza oscilaciones alrededor de cierta posición de equilibrio mantiene constante su:

- a) velocidad a lo largo de su trayectoria.*
- b) aceleración a lo largo de su trayectoria.*
- c) Velocidad y aceleración de las oscilaciones*
- d) período de las oscilaciones.*

La figura 4, muestra que los dos grupos disminuyeron en el acierto de la pregunta, y se observa que el grupo control desmejoró significativamente, y tiende hacia la respuesta *a)*. El grupo experimental permanece en sus opciones de respuesta *a)*, *b)* y *c)*, sigue en mayor porcentaje en la respuesta correcta *d)*.



Figura 4. Resultados de las 4 opciones de respuesta a la pregunta 4 para el test de entrada y de salida de los grupos control y experimental.

Finalmente, y en cuanto a la estrategia aplicada, los estudiantes del grupo experimental en una encuesta de indagación aplicada al final del curso, reportan que el 41,2% está *totalmente de acuerdo* en que el curso les permitió desarrollar competencias en investigación, y el 52,9% está *de acuerdo*. El trabajo de investigación realizado por los estudiantes durante el semestre posibilitó a los integrantes del curso indagar en torno a un tema de su interés siguiendo las etapas de la elaboración de una investigación.

IV. CONCLUSIONES

El grupo experimental supera en porcentaje las respuestas correctas respecto al grupo control en el test de salida respecto al test de entrada. Se evidencia que el grupo control presenta una desmejora a la salida, es decir después de la instrucción; en contraste el grupo experimental mantiene la tendencia, aunque con tendencia a mejorar después de la instrucción, lo cual es deseable en pro de la estrategia.

Las mejoras encontradas al aplicar la estrategia ABI en esta prueba piloto, indican que las estrategias aplicadas permiten que el alumno relacione los conceptos con situaciones de su entorno, y al participar de manera activa pueda identificar sus errores y mantener una postura de cuestionamiento acerca de las preguntas conceptuales.

De igual forma se constató que hay movilidad de los estudiantes al responder las preguntas con una mayor tendencia de movilización por parte del grupo experimental en relación con el grupo control.

REFERENCIAS

- [1] Vergara Ramírez, J.J. (2017). *Aprendo por que quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso*. España. Biblioteca Innovación Educativa.
- [2] Tecnológico de Monterrey. Técnicas Didácticas, (2014). Obtenido de: <http://sitios.itesm.mx/va/diie/tecnicasdidacticas/1.htm>
- [3] Tecnológico de Monterrey. Qué es aprendizaje basado en investigación, (2014). Obtenidode:http://sitios.itesm.mx/va/diie/tecnicasdidacticas/7_1.htm
- [4] Friesen, S. Scott, D. *Inquiry Based Learning: A review of the Research Literature*. Prepared for the Alberta Ministry of Education (2013)
- [5] J.V. Espinel, et al. “Aprendizaje Basado en la Investigación: caso UNEMII / Research-based learning: case UNEMI”. *Ciencia Unemi*, [S.l.], v. 9, n. 21, p. 49-57, mayo 2017. ISSN 2528-7737. Disponible en: <<http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/284>>. [Fecha de acceso: 10 de Julio. 2019] doi:<http://dx.doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss21.2016pp49-57p>
- [6] F.N. García, et al. “Una experiencia didáctica en el diseño e implementación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la física”. *Revista Educación en Ingeniería*, [S.l.], v. 11, n. 22, p. 13-20, 2016. ISSN 1900-8260. Disponible en: <<https://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/632>>. [Fecha de acceso: 10 de Julio. 2019] doi:<http://dx.doi.org/10.26507/rei.v11n22.632>
- [7] F.N. García, L. Beleño. “Integración de las TIC en el curso de ondas y partículas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga”. *Scientia Et Technica* 2017, ISSN 0122-1701 [Fecha d acceso: 10 de Julio de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84953102013>. [Fecha d acceso: 10 de Julio de 2019]

Biografía. Autor 1: Ligia Beleño Montagut

L. Beleño-Montagut, es Física, MSc en Física y MSc en Ingeniería Ambiental de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Docente desde 1992 en la Universidad Autónoma de Bucaramanga en la línea de física en los cursos teóricos y de laboratorio correspondientes a mecánica, electromagnetismo

y ondas y partículas. Profesora vinculada al grupo de investigación en ciencias aplicadas (GINCAP) de la UNAB, el cual lidera actualmente.

Áreas de investigación: Óptica física, procesamiento de imágenes, enseñanza de la física, medio ambiente.

Biografía. Autor 2: Francly Nelly Jiménez García

Es Ingeniera Química, MSc. en Ciencias Física y Dra. en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales y Esp. en Computación para la Docencia de la Universidad Antonio Nariño. Actualmente es docente titular en dedicación de cátedra de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales y docente titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales (UAM). Es actualmente coordinadora del Departamento de Física y Matemáticas y líder del grupo de investigación en física y matemática con énfasis en la formación de ingenieros de la UAM.

Áreas de investigación: Didáctica de la física y la matemática, crecimiento y caracterización de materiales de ingeniería, energía solar.

Biografía. Autor 3: Paulo César Cárdenas Montoya

Posee doctorado en Física, otorgado por la Universidad Federal do ABC del estado de São Paulo en Brasil; Magíster en Física, de la Universidad de Antioquia; Ingeniero Físico, de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales; Especialista en Vocación Docente, de la Universidad Haaga-Helia de Finlandia. Actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales y lidera el semillero Pi_Lab del departamento de Física y Matemáticas de la misma universidad.

Áreas de investigación: Sistemas cuánticos abiertos, computación e información cuántica, enseñanza de la física, innovación en educación.